

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 28 年 6 月 20 日現在

機関番号：32645

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2014～2015

課題番号：26670254

研究課題名(和文)解剖体の防腐処置の基盤作りの試み

研究課題名(英文)Trials for foundation of cadaver preservation

研究代表者

河田 晋一(Kawata, Shinichi)

東京医科大学・医学部・助手

研究者番号：00527955

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,000,000円

研究成果の概要(和文)：正常解剖実習を行うための解剖体の固定液として広く用いられているホルムアルデヒド(FA)は、呼吸器障害や粘膜障害等を起こすことが知られ、また、発ガン物質としても問題視されている。

報告者らは、様々な解剖体への注入液の開発を試み、解剖体の固定・防腐効果について研究した。結果、開胸・開腹前におけるFA濃度を1ppm以下にまで低減することができた。しかしながら、開胸・開腹後にFA濃度の上昇がみられたことから、解剖体内部(内臓)のFAに対する低減対策が必要である。

研究成果の概要(英文)：Formaldehyde (FA) is widely used as a fix solution of the cadavers for anatomical training. However it is known that FA causes health problems such as respiratory failure and mucous membrane disorders. Furthermore, it has been attracting attention as a carcinogen.

Rapporteurs have tried to develop various embalming solutions to the cadavers and studied their fixed and antiseptic effect. The FA concentration could be successfully reduced to less than 1.0 ppm before thoracotomy and laparotomy. However, FA concentration increased after thoracotomy and laparotomy. Further countermeasures are required against FA in the cadavers' splandnnic organs.

研究分野：解剖学・生理学

キーワード：ホルムアルデヒド(FA) 防腐 固定 低減

### 1. 研究開始当初の背景

ホルムアルデヒド (FA) は正常解剖実習を行うための解剖体の固定液として広く用いられている。しかし、FA は異臭を発生し、呼吸器障害や粘膜障害等を起こすことが知られ、また、近年では発ガン物質としても問題視されている。そのため 2008 年より、特定化学物質障害予防規則が改正され、特定第 2 類物質として管理濃度指針値が 0.1ppm 以下に制限されるとともに、作業環境測定の実施が義務づけられた。

正常解剖実習を行っている各大学では、実習室および作業環境の全体換気システムの導入、光触媒、局所排気システム等による FA 濃度の低減対策を行ってきた。しかしながら、現在の FA 暴露低減対策は、そのほとんどが施設面での改修工事によるものであり、発生源である解剖体に対する FA 濃度の低減対策についてはほとんど検討されていない。

### 2. 研究の目的

報告者らは、過去に施設面での対策ではなく、FA 注入・固定後の解剖体を収納する保存槽に 50% アルコールを 6 ヶ月間に 3 回入れ替えてアルコール置換を行ったことにより、実際に実習中の FA 濃度を低減させることができた (未公表)。本研究では、さらに解剖体への固定と FA のアルコール置換効率を向上させるために、**固定液注入の方法およびその効果**について再検討した。固定処置における基準となるデータを開示することで、各大学のさらなる FA 濃度の低減に役立つと思われる。

### 3. 研究の方法

平成 26 年度では、解剖体への固定液の組成について、一般的なホルマリン法の他に 3 種類の固定液を作製し、その固定効果と防腐効果について比較検討した。無作為に選定したご遺体を、一般的なホルマリン法 (FA : 3.7%)、アルコールを主成分とする Thiel 法 (FA : 1.8%)、親水性高分子モノマーであるピロリドン主成分とするプリザーブ法 (FA : 0%)、飽和食塩水を主成分とする SSS (Saturated salt solution) 法 (FA : 0.75%) により注入固定し、それらの固定効果と防腐効果を、肉眼的解剖による観察、細菌および真菌培養試験によって比較検討した。

#### Formalin solution (FAS) (formaldehyde 3.7%)

① 18~20% formaldehyde	2.0 L
② 90% phenol	0.2 L
③ glycerin	0.5 L
④ water	7.3 L

#### Thiel solution (TS) (formaldehyde 1.8%)

① 4-chloro-Methylphenol	66 g
② propylene glycol	4360 ml
③ ammonium nitrate	2500 g
④ Boric acid	370 g
⑤ potassium nitrate	620 g
⑥ sodium sulfite	800 g
⑦ morpholine	300 ml
⑧ ethanol	1300 ml
⑨ 18~20% formaldehyde	600 ml
⑩ water (45°C)	12.3 L

#### Preserve® (formaldehyde 0%)

- ① N-Vinylpyrrolidone  
(The concentration < 50%)
- ② Ethanol, n-propyl alcohol, Water, isopropyl alcohol mixture

#### Saturated salt solution (SSS)

(formaldehyde 0.75%)

① Sodium chloride	20 g
② 18~20% formaldehyde	1.0 L
③ 90% Phenol	0.2 L
④ Glycerine	0.5 L
⑤ 99% Isopropyl alcohol	4.0 L
⑥ Water (45°C)	19.3 L

### 図 1. 解剖体への各固定液の組成

平成 27 年度では、防腐処置での FA 濃度の低減対策として SSS 法を、解剖実習中に揮発した FA の低減対策として、FA をスカベンジする作用がある尿素の散布 (尿素法) を試みた。この 2 つの方法により防腐処置された解剖体の FA 濃度を処置前と処置後において測定した。

### 4. 研究成果

平成 26 年度では、ホルマリン法、プリザーブ法、SSS 法、Thiel 法の順に解剖体関節部の可動域が広がることが明らかとなった。また、SSS 法、Thiel 法では筋・内臓自体の柔らかさも認められた。一方、各々の固定法で解剖の経過に伴う解剖体の肉眼的変化が認められた。その原因として、固定液中の水分の蒸散とともに主成分の経時的変化が考えられた。

平成 27 年度では、SSS 法では開胸・開腹後においても解剖体の FA 濃度は低値を示し、かつ 1 年間以上の長期保存が可能であった。一方で、正常解剖実習用の解剖体としては十分な固定効果は得られなかった。尿素法では、

FA 濃度が 10 分の 1 にまで減少するものの、1 ヶ月後には真菌の発生が見られた。

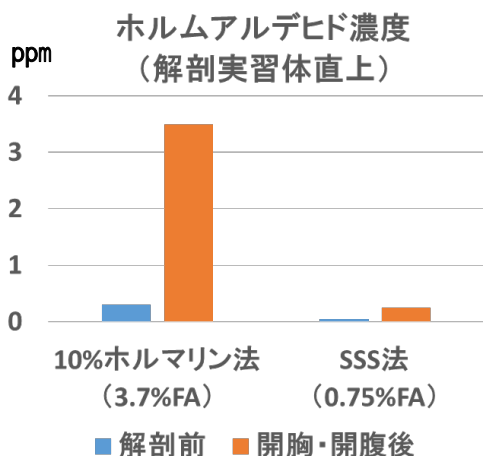


図2 .10%ホルマリン法とSSS法におけるホルムアルデヒド濃度

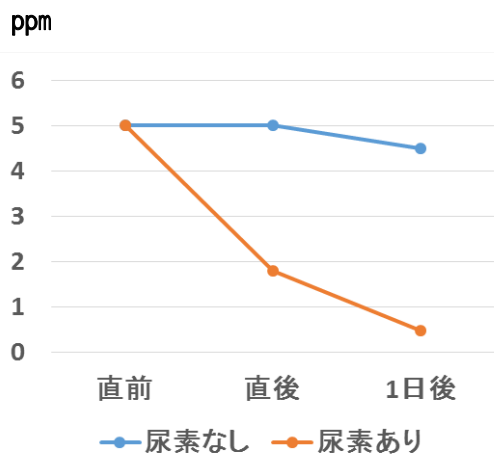


図3 . 尿素法におけるホルムアルデヒド濃度

結論として、解剖体への様々な固定液注入の方法およびその効果を検討することで、SSS法および尿素法は、ともに解剖体のFA濃度の低減に有用であるが、実際の正常解剖実習に導入するには、さらなる改良が必要である。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計2件)

Hayashi S, Naito M, Kawata S, Qu N, Hatayama N, Hirai S, Itoh M

History and future of human cadaver preservation for surgical training: from formalin to saturated salt solution method

Anat Sci Int 査読有 2016 91 1-7.

DOI: 10.1007/s12565-015-0299-5.

Hayashi S, Homma H, Naito M, Oda J, Nishiyama T, Kawamoto A, Kawata S, Sato N, Fukuhara T, Taguchi H, Mashiko K, Azuhata T, Ito M, Kawai K, Suzuki T, Nishizawa Y, Araki J, Matsuno N, Shirai T, Qu N, Hatayama N, Hirai S, Fukui H, Ohseto K, Yukioka T, Itoh M

Saturated salt solution method: A useful cadaver embalming for surgical skills training

Medicine 査読有 2014 93(27):e196.

DOI: 10.1097/MD.000000000000196.

[学会発表](計5件)

河田晋二, 小山耕一, 林省吾, 平井宗一, 曲寧, 畑山直之, 中村陽一, 伊藤正裕

SSS法と尿素法による解剖体ホルムアルデヒド濃度低減効果

第121回日本解剖学会総会・全国学術集会(2016.3.28-30)福島

林省吾, 河田晋二, 白井隆之, 曲寧, 畑山直之, 平井宗一, 伊藤正裕

Saturated salt solution (SSS)法を用いたサージカル・トレーニング: 形成外科学, 脳外科学領域への拡張

第121回日本解剖学会総会・全国学術集会(2016.3.28-30)福島

林省吾, 河田晋二, 曲寧, 畑山直之, 内藤宗和, 平井宗一, 伊藤正裕

Saturated salt solution法固定遺体のサージカル・トレーニングへの有用性: 外科医の評価と手術施行の可能性

第120回日本解剖学会総会・全国学術集会(2015.3.21-23)神戸

河田晋二, 小山耕一, 林省吾, 曲寧, 畑山直之, 中村陽一, 藤倉義久, 伊藤正裕

サージカル・トレーニングから見た各種固定法の比較: 防腐効果と硬化について

第120回日本解剖学会総会・全国学術集会(2015.3.21-23)神戸

Hayashi S, Naito M, Kawata S, Qu N, Hatayama N, Hirai S, Itoh M

Cadavers embalmed by the saturated salt solution method are useful for surgical skills training

第2回アジア臨床解剖学会 第18回臨床解剖研究会(2014.11.8-9)東京

[図書](計0件)

[産業財産権]

出願状況(計0件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年月日：  
国内外の別：

取得状況（計 件）

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年月日：  
国内外の別：

〔その他〕  
ホームページ等

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

河田 晋一 (KAWATA, Shinichi)  
東京医科大学・医学部・助手  
研究者番号：00527955

##### (2) 研究分担者

( )

研究者番号：

##### (3) 連携研究者

畑山 直之 (HATAYAMA, Naoyuki)  
東京医科大学・医学部・助教  
研究者番号：80534792

曲 寧 (QU, Ning)  
東京医科大学・医学部・講師  
研究者番号：70527952

林 省吾 (HAYASHI, Shogo)  
東京医科大学・医学部・准教授  
研究者番号：60349496

伊藤 正裕 (ITO, Masahiro)  
東京医科大学・医学部・主任教授  
研究者番号：00232471